

10 / 572770

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND
PCT/DE2004/001882



REC'D 04 NOV 2004
WIPO PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

103 43 761.4

Anmeldetag:

22. September 2003

Anmelder/Inhaber:

MTU Aero Engines GmbH, 80995 München/DE;
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart/DE.
Erstanmelder: MTU Aero Engines GmbH,
80995 München/DE

Bezeichnung:

Verschleißschutzschicht, Bauteil mit einer derartigen
Verschleißschutzschicht sowie Herstellverfahren
C 23 C 30/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.



A 9161
0300
EDV/L

München, den 30. September 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Dzterzen

Best Available Copy

Verschleißschutzschicht, Bauteil mit einer derartigen Verschleißschutzschicht sowie Herstellerverfahren

- Die Erfindung betrifft eine Verschleißschutzschicht, insbesondere eine Erosions-
schutzschicht für Gasturbinenbauteile, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs
5 1. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Bauteil mit einer derartigen Verschleißschutz-
schicht gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 11 und ein Verfahren zur Her-
stellung einer Verschleißschutzschicht gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs
13.
- 10 Strömungsmechanisch belastete Bauteile, wie Gasturbinenbauteile, unterliegen ei-
nem Verschleiß infolge von Oxidation, Korrosion und Erosion. Bei der Erosion handelt
es sich um einen Verschleißvorgang, der durch in der Gasströmung mitbewegte feste
Stoffe hervorgerufen wird. Um die Lebensdauer von strömungsmechanisch belaste-
15 ten Bauteilen zu verlängern, sind Verschleißschutzschichten erforderlich, welche die
Bauteile vor Verschleiß schützen, insbesondere gegen Erosion, Korrosion und Oxida-
tion.
- 20 Aus der DE 198 59 477 A1 ist eine Verschleißschutzschicht für strömungsmecha-
nisch beanspruchte Bauteile bekannt. Die dort offenbare Verschleißschutzschicht
besteht im Wesentlichen aus amorphen oder amorph-nanokristallinen Metallen, ins-
besondere aus einer Legierung auf Nickel-Wolfram-Basis.
- 25 Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, eine
neuartige Verschleißschutzschicht insbesondere für Gasturbinenbauteile sowie eine
Bauteil mit einer derartigen Verschleißschutzschicht und ein entsprechendes Her-
stellungsverfahren zu schaffen.
- 30 Dieses Problem wird dadurch gelöst, dass die Eingangs genannte Verschleißschutz-
schicht durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 wei-
tergebildet ist.

Die erfindungsgemäße Verschleißschutzschicht verfügt über einen zumindest zweischichtigen Aufbau, wobei eine erste Schicht auf der zu schützenden Oberfläche des Bauteils aufgebracht ist und über eine an die Materialzusammensetzung des Bauteils angepasste Materialzusammensetzung verfügt, und wobei eine zweite Schicht eine 5 äußere Deckschicht bildet.

Die erste Schicht ist vorzugsweise als poröse, relativ weiche Schicht mit Dämpfungseigenschaften ausgebildet, wohingegen die zweite Schicht als relativ harte Schicht ausgebildet ist. Die äußere, zweite Schicht bewirkt den eigentlichen Erosionsschutz. Die darunter liegende, dämpfende erste Schicht kann beim Einschlag von 10 Partikeln Energie absorbieren und so eine Rissbildung im zu schützenden Bauteil verhindern.

Das erfindungsgemäße Bauteil ist im unabhängigen Patentanspruch 11 und das erfindungsgemäße Verfahren ist im unabhängigen Patentanspruch 13 definiert. 15

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

20 Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1: eine stark schematisierte Darstellung einer Schaufel einer Gasturbine, die eine erfindungsgemäße Verschleißschutzschicht aufweist, und

25 Fig. 2: einen stark schematisierten Querschnitt durch die erfindungsgemäße Verschleißschutzschicht.

Nachfolgend wird die hier vorliegende Erfindung unter Bezugsnahme auf Figuren 1
30 und 2 in größerem Detail erläutert. Fig. 1 zeigt eine Schaufel einer Gasturbine in perspektivischer Ansicht, die eine erfindungsgemäße Verschleißschutzschicht trägt. Fig. 2 zeigt einen schematisierten Querschnitt durch die Schaufel und die Verschleißschutzschicht.

Fig. 1 zeigt eine Schaufel 10 einer Gasturbine mit einem Schaufelblatt 11 und einem Schaufelfuß 12. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist die gesamte Schaufel 10, nämlich eine zu schützende Oberfläche derselben, mit einer Verschleißschutzschicht 13 beschichtet. Obwohl im gezeigten Ausführungsbeispiel die komplette Schaufel 10 mit der Verschleißschutzschicht 13 beschichtet ist, ist es auch möglich, dass die Schaufel 10 nur abschnittsweise, also nur im Bereich des Schaufelblatts 11 oder im Bereich des Schaufelfußes 12, die Verschleißschutzschicht 13 aufweist. Auch können andere Gasturbinenbauteile wie zum Beispiel integral beschaufelte Rotoren mit der Verschleißschutzschicht 13 beschichtet sein.

Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch die Schaufel 10 im Bereich des Schaufelblatts 11, wobei auf eine Oberfläche 14 des Schaufelblatts 11 die Verschleißschutzschicht 13 aufgebracht ist. Im Sinne der Erfindung ist die Verschleißschutzschicht 13, die im gezeigten Ausführungsbeispiel eine Erosionsschutzschicht bildet, zumindest zweischichtig bzw. zweilagig aufgebaut. Im konkreten Ausführungsbeispiel der Fig. 2 umfasst die Verschleißschutzschicht 13 zwei Schichten. Eine erste Schicht 15 ist unmittelbar auf die Oberfläche 14 des Schaufelblatts 11 aufgebracht. Eine zweite Schicht 16 bildet eine äußere Deckschicht der Verschleißschutzschicht 13 und ist unmittelbar auf die erste Schicht 15 aufgebracht.

Es liegt nun im Sinne der hier vorliegenden Erfindung, die erste Schicht 15 aus einem Material bzw. einem Werkstoff herzustellen, der an die Materialzusammensetzung des zu beschichtenden Bauteils, im gezeigten Ausführungsbeispiel an die Materialzusammensetzung der Schaufel 10 bzw. des Schaufelblatts 11, angepasst ist. Besteht das zu beschichtende Bauteil, nämlich das Schaufelblatt 11, aus einer Titanlegierung, so ist die erste Schicht 15 der Verschleißschutzschicht 13 ebenfalls aus einer Titanlegierung bebildet. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Schaufelblatt aus einem Titan-Aluminium-Material bzw. einem Titan-Aluminium-Werkstoff gebildet und die erste Schicht 15 der Verschleißschutzschicht 13 besteht ebenfalls aus einem Titan-Aluminium-Werkstoff. Die erste Schicht 15 der Verschleißschutzschicht 13 ist jedoch gegenüber dem zu beschichtenden Bauteil, nämlich dem zu beschichtenden Schaufelblatt 11, porös und relativ weich ausgebildet. In Fig. 2 sind Poren 17 innerhalb der

ersten Schicht 15 der Verschleißschutzschicht 13 stark schematisiert dargestellt. Die poröse sowie relativ weiche erste Schicht 15 verfügt über dämpfende Eigenschaften.

- 5 Die auf die erste Schicht 15 aufgebrachte zweite Schicht 16 ist im Vergleich zur ersten Schicht 15 sowie im Vergleich zum zu beschichtenden Bauteil, nämlich zum zu beschichtenden Schaufelblatt 11, relativ hart ausgebildet. Bei einem Bauteil aus einem Titan-Aluminium-Werkstoff und einer ersten Schicht aus einem porösen Titan-Aluminium-Werkstoff ist die zweite Schicht 16 der Verschleißschutzschicht 13 vorzugsweise aus einem Titan-Nitrid-Werkstoff, einem Aluminium-Nitrid-Werkstoff oder einem Titan-Aluminium-Nitrid-Werkstoff hergestellt.

- 10 Die zweite Schicht 16, welche die Deckschicht der Verschleißschutzschicht 13 bildet, ist gegenüber der ersten Schicht 15 relativ dünn ausgebildet. Die äußere, zweite Schicht 16 verfügt vorzugsweise über eine Dicke von weniger als 0,1 mm. Die innenliegende erste Schicht 15 verfügt über eine Dicke von bis zu 1 mm.

- 15 Die relativ harte, äußere zweite Schicht 16 stellt den eigentlichen Erosionsschutz der Verschleißschutzschicht 13 bereit. Die zweite Schicht 16 schützt das Schaufelblatt 11 vor Erosion durch feine Partikel. Die darunter liegende, erste Schicht 15, die porös und relativ weich ausgebildet ist, verfügt über Dämpfungseigenschaften, so dass bei einem Einschlag von größeren Partikeln auf die Verschleißschutzschicht 13 von derselben Energie absorbiert werden kann. Die feinen, runden und mikroskopisch kleinen Poren 17 innerhalb der ersten Schicht 15 der Verschleißschutzschicht 13 verhindern, dass sich beim Einschlag größerer Partikel ein Riss von der relativ harten, äußeren Schicht 16 in das zu schützende Bauteil, nämlich das zu schützende Schaufelblatt 11 fortsetzen kann. Insofern stellt die erfindungsgemäße Verschleißschutzschicht 13 einen effektiven Schutz vor Erosionsverschleiß dar.

- 20 25 30 Dadurch, dass die erste Schicht 15 der Verschleißschutzschicht 13 aus einem ähnlichen oder dem gleichen Material besteht wie das zu schützende Bauteil, werden thermisch bedingte Eigenspannungen oder Diffusionsprobleme am zu schützenden

Bauteil vermieden. Die Verschleißschutzschicht 13 kann damit sicher und dauerhaft auf das zu schützende Bauteil aufgebracht werden.

- Die erfindungsgemäße Verschleißschutzschicht 13 wird schichtweise auf das zu
- 5 schützende Bauteil aufgetragen. Auf das zu schützende Bauteil, welches eine Bauteil-
Materialzusammensetzung aufweist, wird zuerst die erste Schicht 15 und darauffol-
gend und die zweite Schicht 16 der Verschleißschutzschicht 13 aufgetragen. Wie
bereits erwähnt, fügt die erste Schicht 15 der Verschleißschutzschicht 13 über eine
an die Bauteil-Materialzusammensetzung angepasste Materialzusammensetzung und
10 ist als poröse Schicht ausgebildet.

- Nach einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wird die
erste Schicht 15 der Verschleißschutzschicht 13 über einen gerichteten, atomaren
oder nanoskaligen Teilchenstrahl bzw. Materiedampfstrahl auf die zu schützende
15 Oberfläche des Bauteils aufgetragen. Hierzu dient insbesondere ein PVD-Verfahren
(Physical Vapor Deposition). Kurz vor dem Auftreffen des gerichteten Materiedampf-
strahls werden in den Materiedampfstrahl Zusatzstoffe eingelagert, die beim nach-
folgenden Aushärten der ersten Schicht 15 verdampfen und dabei die Poren 17 hin-
terlassen. Die Zusatzstoffe sind vorzugsweise als Fulerene ausgebildet. Anstelle der
20 Fulerene können jedoch auch andere Zusatzstoffe verwendet werden, die beim Aus-
härten bzw. Einbrennen der ersten Schicht 15 verdampfen und die Poren 17 hinter-
lassen.

- An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die erste Schicht 15 auch mithilfe ei-
25 nes Schlickerverfahrens auf die zu schützende Oberfläche des Bauteils aufgebracht
werden kann. In diesem Fall wird ein Schlickerwerkstoff, dessen Zusammensetzung
an die Materialzusammensetzung des zu schützenden Bauteils angepasst ist, durch
Pinseln, Tauchen oder Spritzen auf das zu schützende Bauteil aufgetragen. In diesen
Schlickerwerkstoff sind wiederum Zusatzstoffe eingelagert, die beim Aushärten der
30 ersten Schicht verdampfen und die Poren hinterlassen.

Anschließend wird auf die erste Schicht 15 die zweite Schicht 16 aufgetragen. Im
gezeigten Ausführungsbeispiel, in welchem die Verschleißschutzschicht 13 zweilagig

P801013

6

ausgebildet ist, wird die zweite Schicht 16 unmittelbar auf die erste Schicht 15 aufgetragen. Dies erfolgt vorzugsweise durch Aufdampfen, Nitrieren, Aluminisieren oder Oxidieren.

Bezugszeichenliste

	Schaufel	10
	Schaufelblatt	11
5	Schaufelfuß	12
	Verschleißschutzschicht	13
	Oberfläche	14
	erste Schicht	15
	zweite Schicht	16
10	Pore	17

Patentansprüche

1. Verschleißschutzschicht, insbesondere Erosionsschutzschicht für Gasturbinenbauteile, die auf eine zu schützende Oberfläche (14) eines strömungsmechanisch beanspruchten Bauteils (10) aufgebracht ist, **gekennzeichnet durch** einen zumindest zweischichtigen Aufbau, wobei eine erste Schicht (15) auf der zu schützenden Oberfläche (14) des Bauteils (10) aufgebracht ist und über eine an die Materialzusammensetzung des Bauteils (10) angepasste Materialzusammensetzung verfügt, und wobei eine zweite Schicht (16) eine äußere Deckschicht bildet.
5
2. Verschleißschutzschicht nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Schicht (15) der Verschleißschutzschicht (13) aus dem gleichen oder einem ähnlichen Material besteht wie das Bauteil (10).
15
3. Verschleißschutzschicht nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Schicht (15) porös und relativ weich ausgebildet ist.
20
4. Verschleißschutzschicht nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Schicht (15) dämpfende Eigenschaften aufweist.
25
5. Verschleißschutzschicht nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Schicht (15) unmittelbar auf die zu schützenden Oberfläche (14) des Bauteils (10) aufgebracht ist.
30
6. Verschleißschutzschicht nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil (10) aus einer Titanlegierung und die erste Schicht (15) aus einer porösen Titanlegierung besteht, wobei das Bauteil (10) insbesondere als Schaufel einer Gasturbine ausgebildet ist.
35
7. Verschleißschutzschicht nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil (10) aus einem Titan-Aluminium-

Werkstoff und die erste Schicht (15) aus einem porösen Titan-Aluminium-Werkstoff besteht.

8. Verschleißschutzschicht nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7,
5 **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Schicht (16) der Verschleiß-schutzschicht relativ hart ausgebildet ist.
9. Verschleißschutzschicht nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8,
10 **dadurch gekennzeichnet, dass** dieselbe zweischichtig ausgebildet ist, wo-bei die zweite Schicht (16) unmittelbar auf die erste Schicht (15) aufgebracht ist.
10. Verschleißschutzschicht nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9,
15 **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Schicht (16) aus einem Titan-Nitrid-Werkstoff, einem Aluminium-Nitrid-Werkstoff oder einem Titan-Aluminium-Nitrid-Werkstoff besteht.
11. Bauteil, insbesondere Gasturbinenbauteil, mit einer Verschleißschutzschicht
20 (13), insbesondere mit einer Erosionsschutzschicht, die auf eine zu schützen-de Oberfläche (14) des strömungsmechanisch beanspruchten Bauteils (10) aufgebracht ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verschleißschutzschicht (13) einen zumindest zweischichtigen Aufbau aufweist, wobei eine erste Schicht (15) auf der zu schützenden Oberfläche (14) des Bauteils (10) aufge-bracht ist und über eine an die Materialzusammensetzung des Bauteils (10) angepasste Materialzusammensetzung verfügt, und wobei eine zweite Schicht (16) eine äußere Deckschicht bildet.
12. Bauteil nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verschleiß-schutzschicht nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 10 ausgebildet
30 ist.
13. Verfahren zur Herstellung einer Verschleißschutzschicht (13), insbesondere einer Erosionsschutzschicht für Gasturbinenbauteile, die auf eine zu schüt-

zende Oberfläche (14) eines strömungsmechanisch beanspruchten Bauteils (10) aufgebracht wird, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:

- a) Bereitstellen des Bauteils (10) bestehend aus einer Bauteil-Materialzusammensetzung,
- 5 b) Aufbringen der Verschleißschutzschicht (13) auf die zu schützende Oberfläche (14) des Bauteils (10), wobei die Verschleißschutzschicht (13) einen zumindest zweischichtigen Aufbau aufweist, wobei eine erste Schicht (15) auf der zu schützenden Oberfläche (14) des Bauteils (10) aufgebracht wird und über eine an die Bauteil-Materialzusammensetzung angepasste Materialzusammensetzung verfügt, und wobei eine zweite Schicht (16) eine äußere Deckschicht bildet.
- 10
- 14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Schicht (15) unmittelbar auf die zu schützende Oberfläche (14) des Bauteils (10) als poröse Schicht aufgebracht wird.
- 15
- 15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** in das Material der ersten Schicht (15) Zusatzstoffe eingelagert werden, wobei diese Zusatzstoffe verdampft werden und dabei Poren (17) innerhalb der ersten Schicht (15) hinterlassen.
- 20
- 16. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Schicht (15) der Verschleißschutzschicht als Schlickerwerkstoff durch Pinseln, Tauchen oder Spritzen aufgetragen und anschließend vorzugsweise durch Einbrennen oder durch Alitieren ausgehärtet wird.
- 25
- 17. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Schicht (15) der Verschleißschutzschicht mit Hilfe eines gerichteten Materiedampfstrahls, insbesondere eines PVD-Materiestrahls, aufgetragen wird.
- 30

18. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Schicht (16) durch Aufdampfen oder durch Nitrieren oder durch Oxidieren oder durch Alitieren hergestellt wird.**
- 5 19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Schicht (16) unmittelbar auf die erste Schicht (15) aufgetragen wird.**

1/2

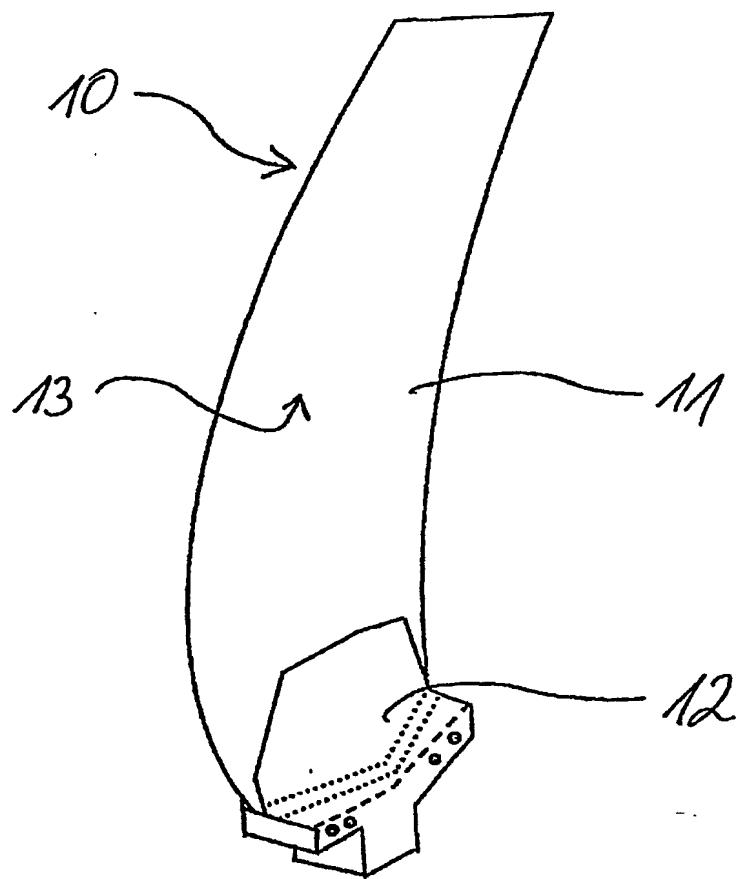
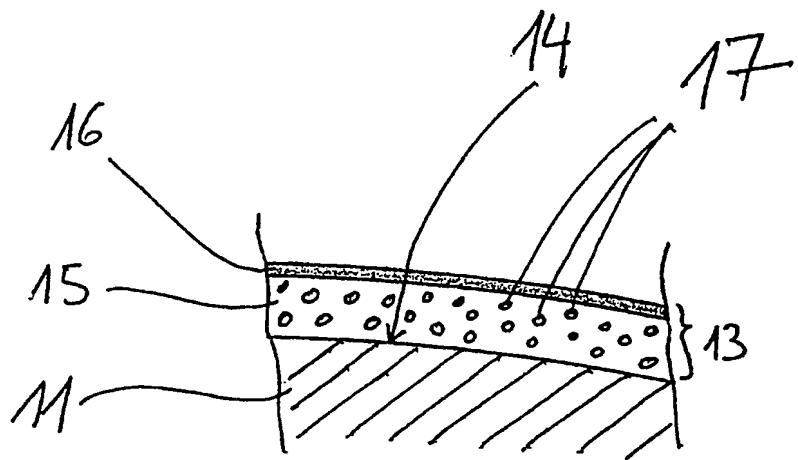


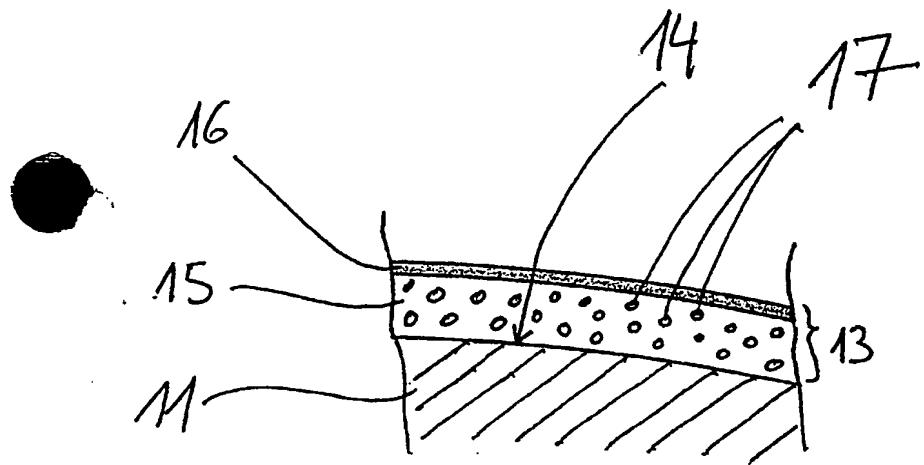
Fig.1

2/2



1
10 $\overline{Fig.} 2$

2/2



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft Verschleißschutzschicht, insbesondere Erosionsschutzschicht für Gasturbinenbauteile.

5

Die Verschleißschutzschicht (13) ist auf eine zu schützende Oberfläche (14) eines strömungsmechanisch beanspruchten Bauteils (10) aufgebracht.

Erfindungsgemäß verfügt die Verschleißschutzschicht (13) über einen zumindest 10 zweischichtigen Aufbau, wobei eine erste Schicht (15) auf der zu schützenden Oberfläche (14) des Bauteils (10) aufgebracht ist und über eine an die Materialzusammensetzung des Bauteils (10) angepasste Materialzusammensetzung verfügt, und wobei eine zweite Schicht (16) eine äußere Deckschicht bildet (Fig. 2).

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.